

## PENETAPAN NILAI KALORI DALAM BATUBARA DENGAN KALORIMETER PARR 6200

Finda Pratiwi Istomo<sup>1)\*</sup>, Ameylia Tristiasti<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi Kimia, Universitas Nusa Bangsa

JL. K.H. Sholeh Iskandar Km. 4, Cimanggu, Tanah Sareal, Bogor 16166

<sup>2)</sup> Laboratorium Batubara QARD Indocement Tunggal Prakarsa, Jalan Mayor Oking, Citeureup, Kabupaten Bogor

\*e-mail: [pratiwifinda31@gmail.com](mailto:pratiwifinda31@gmail.com)

### ABSTRACT

#### *Determining Calory Value of Coal With Calorimeter Parr 6200*

*Coal is a source of energy utilized by the process of making cement. This type of coal determines the quality and calorific value of the coal. Determination of calorific value on coal is done by using calorimeter. Coal types studied were A and B coal mixture with ratio 80:20, 70:30, 60:40, and 50:50. The results showed that the mixture of A and B coal with a ratio of 80:20, 70:30, 60:40, and 50:50 can be used for combustion in the manufacture of cement in the furnace because it has a calorific value above 6000 in accordance with the standards of the cement factory. Water content affects the calorific value of coal, the higher of moisture content, the lower the heating value.*

**Keywords:** Coal, Calorimeter, Heat value

### ABSTRAK

Batubara merupakan sumber energi yang dimanfaatkan oleh proses pembuatan semen. Jenis batubara menentukan kualitas dan nilai kalor dari batubara tersebut. Penentuan nilai kalor pada batu bara dilakukan dengan menggunakan kalorimeter. Jenis batubara yang diteliti yaitu Campuran batubara A dan B dengan perbandingan 80:20, 70:30, 60:40, dan 50:50. Hasil penelitian menunjukkan bahwa campuran batubara A dan B dengan perbandingan 80:20, 70:30, 60:40, dan 50:50 dapat digunakan untuk pembakaran dalam pembuatan semen di tanur bakar karena memiliki nilai kalori diatas 6000 sesuai dengan standar perusahaan pabrik semen. Kadar air mempengaruhi nilai kalori batubara, yaitu semakin tinggi kadar air semakin rendah nilai kalor.

**Kata Kunci:** Batu Bara, Kalorimeter, nilai kalor

### PENDAHULUAN

Batubara adalah salah satu bahan bakar fosil. Batu bara merupakan batuan sedimen yang dapat terbakar, terbentuk dari endapan organik, terutama dari sisa-sisa tumbuhan dan terbentuk melalui proses pembatubaraan. Pembentukan batubara dimulai sejak periode pembentukan karbon (*Carboniferus Period*) dikenal sebagai zaman batubara pertama yang berlangsung antara 290 juta sampai 360 juta tahun yang lalu. Oleh karena itu, batubara termasuk dalam kategori bahan bakar fosil (Billah, 2010).

Batubara adalah salah satu sumber energi yang penting bagi dunia. Batubara banyak memainkan peran selama berabad-abad, tidak hanya membangkitkan listrik

namun juga merupakan bahan bakar utama bagi kegiatan-kegiatan industri seperti industri semen (Rendy *et al.*, 2014). Batubara yang digunakan sebagai bahan bakar diharapkan memiliki nilai kalor yang tinggi untuk mendapatkan efisiensi pembakaran (Lutfy *et al.*, 2013)

Indonesia termasuk negara dengan sumber tambang batu bara terbesar di dunia. Cadangannya diperkirakan 36,3 milyar ton. Jumlah ini sebenarnya cukup untuk memasok kebutuhan energi listrik hingga ratusan tahun ke depan. Sayangnya, Indonesia tidak mungkin membakar habis batu bara dan mengubahnya menjadi energi listrik melalui Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) (Widagdo, 2004).

Salah satu pemanfaatan batubara adalah digunakan sebagai bahan bakar di

industri-industri, khususnya industri semen. Dalam industri pembuatan semen batubara digunakan sebagai bahan bakar dalam kiln untuk membentuk klinker yang merupakan bahan dasar semen. Secara umum, kegiatan pabrik semen terdiri atas tiga tahap, yaitu penambangan bahan baku, proses produksi semen dan proses pemasaran. Proses produksi secara khusus terdiri dari 4 tahap yaitu penggilingan bahan baku, pembakaran bahan semen, penggilingan akhir dan pengantongan semen. Kegiatan pembakaran dalam proses produksi merupakan proses inti, karena sebagian besar energi diperlukan dalam proses ini (Yakub, 2006).

Jenis batubara menentukan kualitas dan nilai kalor dari batubara tersebut. Nilai kalor dapat di analisis salah satunya dengan menggunakan alat kalorimeter. Kalorimeter adalah suatu metode yang mempelajari jumlah panas/kalor berdasarkan perubahan temperatur. Kalorimeter bom adalah suatu alat yang digunakan untuk menentukan panas yang dibebaskan oleh suatu bahan bakar dan oksigen pada volume tetap. Jenis batubara yang digunakan tergantung dari nilai kalori yang dipakai dalam industri semen tersebut. Dalam Industri khususnya dalam industri semen nilai kalori yang diperbolehkan umumnya mengikuti aturan dari pabrik tersebut (Yakub, 2006).

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan yaitu Sampel batubara A, sampel B, sampel batubara campuran A dan B, larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0,07 N, indikator Merah Metil 0,02 %, air suling. Peralatan yang digunakan yaitu Neraca digital Sartorius, sudip, wadah sampel, kalorimeter bom Parr 6200, *Vessel*, buret, labu semprot, cawan petri, oven Fisher  $105^\circ\text{C}$ , desikator.

### Metode

#### 1. Pencampuran Batubara

Sampel Batubara dianalisis dengan perbandingan A : B 80:20, 70:30, 60:40, dan 50:50 kemudian di homogenkan.

#### 2. Penentuan Kadar Air

Suhu oven dinaikkan sampai  $105 - 110^\circ\text{C}$ . Cawan petri kosong yang kering dan bersih ditimbang bersama tutupnya sampai

ketelitian 0,1 mg. Sampel sebanyak  $\pm 1,0000$  gram ditimbang sampai terbentuk lapisan, tutup dan timbang lagi sampai ketelitian 0,1 mg. Cawan petri berisi sampel dimasukkan ke dalam oven dengan suhu  $105^\circ \pm 2$  selama  $\pm 1$  jam. Setelah 1 jam, cawan petri berisi sampel dikeluarkan dari oven dan didinginkan ke dalam desikator. Setelah  $\pm 15$  menit, cawan petri ditimbang.

### 3. Penentuan Nilai Kalori

Kalorimeter BOMB dengan tekanan gas, regulator, volume air pendingin dan aliran listrik dengan kondisi yang baik. Alat dinyalakan dengan menekan tombol hitam yang ada dibelakang alat Aliran gas oksigen dibuka dengan cara memutar *pulp* hitam ke kiri. Alat di stabilkan tunggu sampai 20 menit. Sampel ditimbang seberat  $\pm 1.0000$  gram ke dalam krusibel. Krusibel ditempatkan pada penyangga elektroda dan atur kawat pemantik tersentuh/kontak dengan sampel. *Combustion chamber* dengan *bomb cap* disatukan dengan cara memutar *bomb cap* ke kanan sampai kencang, dipastikan *combustion chamber* dan *bomb cap* sesuai dengan pasangannya. *Vessel* diisi gas oksigen hingga tekanan maksimum 30 atm (tekan tombol *FILL*). *Vessel* dimasukkan ke dalam *bomb bucket* dan isi dengan 2 liter aquadest dari *pipet tank*. Elektroda pada *terminal nut* dimasukan dan pastikan kedua elektroda tersebut terkoneksi dengan *terminal nut*. *Bomb bucket lid* dipastikan tertutup rapat, tombol [*START*] ditekan, kemudian dipilih ID bomb dan dimasukkan berat sampel. Sampai proses analisis selesai dan dicatat hasil analisis. *Bomb bucket* yang berisi *vessel* dikeluarkan dari *bomb jacket*. Gas  $\text{CO}_2$  dibuang dengan cara memutar *knop* yang berada di *bomb cap*. Bagian dalam bomb dibilas dengan air. Semua kawat yang tidak terbakar dari elektroda dibersihkan dan cuci kepala bomb dengan air. Air cucian dititrasi dengan larutan standard  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  menggunakan indikator Merah Metil hingga mencapai titik akhir berwarna Orange-Merah. Catat volume penitar. Tombol *REPORT* ditekan dan dimasukkan nomor contoh. Volume penitar dan Total Sulphur (TS %ad) dimasukkan.

**4. Perhitungan****4.1 Analisis Kadar Air:**

$$\% \text{ Kadar Air} = RM = \frac{A - (C - B)}{A} \times 100\%$$

Keterangan :

A = Bobot contoh (gram)

B = Bobot Cawan kosong (gram)

C = Bobot Cawan + sampel setelah dikeringkan 105° (gram)

**4.2 Analisis Nilai Kalori:**

$$CV_{db} = \frac{CV_{adb}}{\left( \frac{1 - RM}{100} \right)}$$

Keterangan :

CV<sub>db</sub> = Nilai Kalori dalam *dry basis* (cal/gram)CV<sub>adb</sub> = Nilai Kalori dalam *air dried basis* (cal/gram)RM = *Residual Moisture* (Kadar Air) (%)

Gross Calorific Value =

$$\frac{(Ee \times \Delta T) - e1 - e2 - e3}{A}$$

Keterangan :

Ee = Energi Equivalen (cal/°C)

ΔT = perbedaan temperatur awal dan akhir (°C)

e1 = Koreksi asam (cal)

e2 = Koreksi Fuse (cal)

e3 = Koreksi sulfur (cal)

**HASIL DAN PEMBAHASAN****Analisis Kadar Air Batubara**

Hasil analisis kadar air sampel batubara A dan B dengan perbandingan 80:20, 70:30, 60:40, dan 50:50 ditunjukkan pada Tabel 1 dan 2. Peningkatan kadar air akan mengurangi suhu pembakaran maksimum dan meningkatkan waktu yang diperlukan untuk pembakaran yang sempurna dalam tungku (Yuliah *et al*, 2010). Nilai kadar air dari batubara A dan B tergolong berbeda, dikarenakan kedua batubara tersebut dari jenis yang berbeda. Batubara A memiliki kadar air yang tergolong tinggi, sedangkan untuk B memiliki kadar air yang tergolong rendah. Batubara A ini tergolong jenis sub-bituminus karena memiliki nilai kalor yang rendah dan mengandung banyak air. Batubara B tergolong jenis bituminous karena memiliki nilai kalor yang tinggi serta kandungan airnya yang sedikit. Maka dari itu, dilakukan pencampuran dengan perbandingan 80:20, 70:30, 60:40, dan 50:50 yang hasilnya dapat dilihat dari Tabel 2.

**Tabel 1. Hasil Analisis Kadar Air Batu Bara A dan B**

No	A	B
	RM (%)	RM (%)
1	13,14	6,53
2	13,17	6,39
3	13,05	6,11
4	13,02	6,26
5	13,10	6,27
6	13,29	6,32
7	13,22	6,48
8	13,17	6,71
9	13,26	6,55
10	13,18	6,30
AVG	13,16	6,39
SD	0,09	0,18

Keterangan :

RM : *Residu Moisture* ( Kadar Air)

Tabel 2. Hasil Analisis Kadar Air Batu Bara Campuran

Perbandingan campuran antara batubara A:B				
No	80:20	70:30	60:40	50:50
	RM	RM	RM	RM
1	11,82	11,16	10,50	9,84
2	11,81	11,14	10,46	9,78
3	11,66	10,97	10,27	9,58
4	11,67	10,99	10,32	9,64
5	11,73	11,05	10,37	9,69
6	11,90	11,20	10,50	9,81
7	11,87	11,20	10,52	9,85
8	11,89	11,23	10,59	9,94
9	11,92	11,25	10,58	9,91
10	11,80	11,12	10,43	9,74
AVG	11,81	11,13	10,45	9,78
SD	0,09	0,10	0,11	0,12

Dari Tabel 2 didapat hasil dari masing-masing perbandingan campuran batubara A dan B tergolong konstan. Gangguan utama kandungan moisture dalam pembakaran ialah terbuangnya sebagian energi untuk menguapkan air tersebut, baik yang terjadi dalam tungku maupun yang terjadi selama penggerusan. Hilangnya energi ini diperkirakan 0,3 MJ/kg air atau 0,12% dari nilai kalori untuk setiap penguapan 1% air. Sebaliknya, adanya sejumlah tertentu air selama pembakaran sangat berguna dalam mengendalikan NO<sub>2</sub> dan pembentukan asap (ASTM, 2016). Berdasarkan standar kualitas yang diperbolehkan di Pabrik Semen, batas maksimal nilai kadar air yang diperbolehkan adalah 12%, sedangkan dari Tabel 2 diketahui bahwa nilai kadar air dari masing-masing perbandingan tersebut masuk dalam kualitas pabrik semen.

#### Analisis Nilai Kalor Batubara

Nilai kalor dari batubara A dan B tergolong berbeda. Jika pada nilai kadar air

batubara A memiliki kadar air yang tinggi namun memiliki nilai kalor yang rendah di banding batubara B. Begitu juga dengan batubara B memiliki nilai kalor yang tinggi dan kadar air yang tergolong rendah.

Berdasarkan hasil pada Tabel 4 batubara A : B dengan perbandingan 80:20, 70:30, 60:40, dan 50:50 menunjukan bahwa nilai kalor yang didapat sesuai dengan standar pabrik semen yang telah ditetapkan. Sebagai bahan bakar, batubara dapat dimanfaatkan untuk mengubah air menjadi uap di dalam suatu ketel uap atau boiler PLTU, untuk membakar bahan pembuat klinker di pabrik semen dan sebagai bahan bakar di industri-industri kecil. Pada hakikatnya, semua batubara dapat dibakar, tetapi dalam pemanfaatan sebagai bahan bakar tertentu perlu dipenuhi berbagai persyaratan tertentu pula, misalnya sebagai bahan bakar di PLTU diperlukan batubara yang mempunyai kandungan *ash* yang lebih kecil dari 30 % (Abdul, 2010).

Tabel 3. Hasil Analisis Nilai Kalori Batu Bara A dan B

No	A	B
	HV	HV
1	5882	7106
2	5834	7119
3	5842	7448
4	5887	7357
5	5859	7298
6	5805	7184
7	5818	7068
8	5839	7032
9	5812	7116
10	5844	7205
AVG	5836	7192
SD	24,27	136,08

Tabel 4. Hasil Analisis Nilai Kalori Batu Bara Campuran

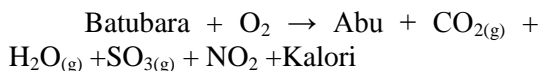
Perbandingan campuran antara batubara A:B				
No	80:20	70:30	60:40	50:50
	HV	HV	HV	HV
1	6079	6207	6336	6464
2	6091	6220	6348	6477
3	6163	6324	6484	6645
4	6181	6328	6475	6622
5	6145	6291	6435	6579
6	6081	6219	6357	6495
7	6068	6193	6318	6443
8	6076	6194	6313	6431
9	6073	6203	6334	6464
10	6116	6252	6388	6525
AVG	6107	6243	6379	6514
SD	41,54	52,71	64,15	75,87

Nilai kalor batubara yang dipergunakan sebagai bahan bakar merupakan komponen utama yang harus dipisahkan. Salah satu komponen yang menentukan harga batubara selain dari nilai kalorinya bisa juga dilihat dari nilai ash, sulphur, HGI, dan partikel halus. Pemilihan batubara dengan nilai kalor yang lebih tinggi akan mengurangi biaya penyediaan fasilitas penerimaan, penanganan, dan penggilingan batubara karena jika nilai batubara sesuai dengan spesifikasi perusahaan tersebut maka pembelian batubara akan berkurang dan juga dapat menghemat biaya produksi juga.

Reaksi dalam kalorimeter bomb berlangsung pada volume dan tekanan tetap. Tekanan yang ada didalam alat sudah diatur tergantung standar dari masing-masing pabrik semen. Dalam hal ini pabrik semen mengacu pada ASTM D5865 yang menggunakan tekanan pada alat bomb sebesar 20-30atm. Kalorimeter bomb merupakan salah satu alat yang digunakan untuk menentukan nilai suatu kalor batubara. Nilai kalori batubara yang telah dianalisis menunjukkan bahwa campuran batubara A & B dengan perbandingan 80:20, 70:30, 60:40, dan 50:50 bisa digunakan

dalam proses pembakaran semen karena memiliki nilai kalor diatas 6000 (ASTM, 2016).

Reaksi yang terjadi dalam wadah bomb :



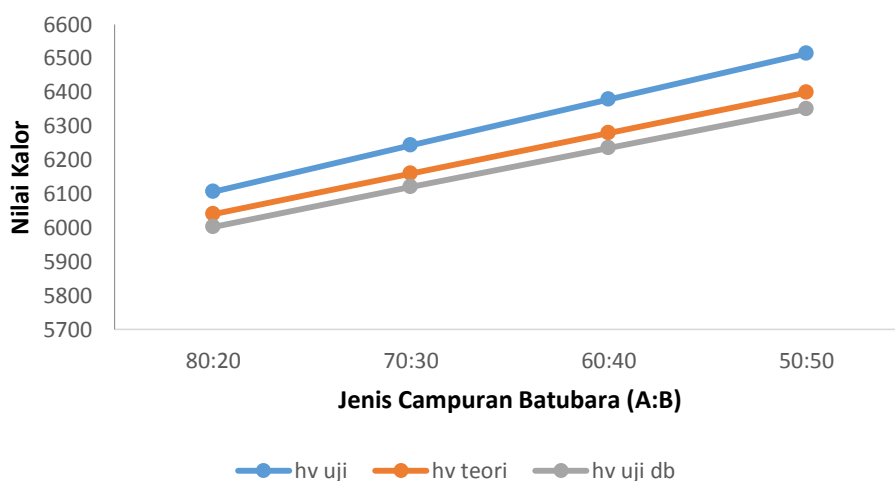
Gangguan utama kandungan *moisture* dalam pembakaran ialah terbuangnya sebagian energi untuk menguapkan air tersebut, baik yang terjadi dalam tungku maupun yang terjadi selama penggerusan. Hilangnya energi ini diperkirakan 0,3 MJ/kg air atau 0,12% dari nilai kalori untuk setiap penguapan 1% air. Sebaliknya, adanya sejumlah tertentu air selama pembakaran sangat berguna dalam mengendalikan NO<sub>2</sub> dan pembentukan asap (ASTM, 2016 ).

Batubara yang digunakan adalah jenis A dan B. Batubara A memiliki nilai kalori yang tergolong rendah, sedangkan untuk batubara B memiliki nilai kalori yang lumayan tinggi. Sehingga akan dihasilkan campuran batubara dengan nilai kalori yang sedang. Pencampuran digunakan sampai perbandingan A : B 50:50, untuk menjaga kadar sulfur yang tinggi, jika kadar sulfur

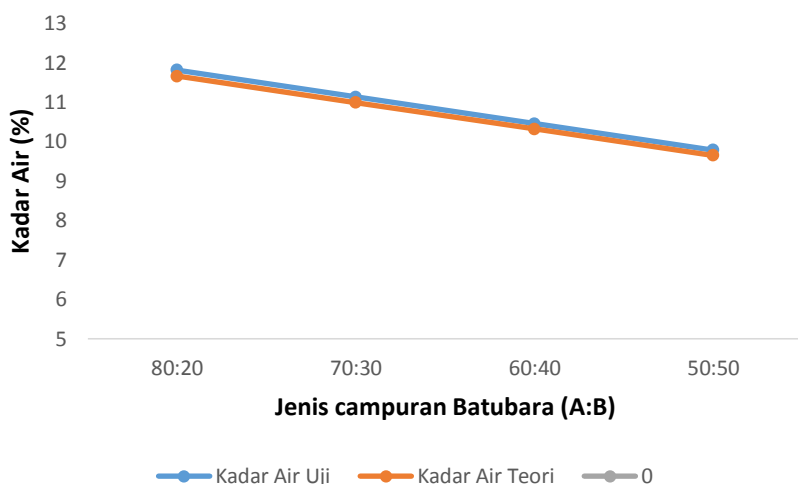
terlalu tinggi akan menyebabkan *coating* pada proses pembakaran semen. Proses *coating* adalah proses pengkerakan yang terjadi didalam kiln dimana pada saat pembuatan semen jika suhu pembakaran semen tidak stabil dapat menyebabkan gas buang yang tinggi. Selain proses *coating* sulfur dengan kadar yang tinggi juga dapat menyebabkan pengkaratan pada dinding kiln.

Penggunaan jenis batubara di dalam plant tergantung atas permintaan dari plant tersebut dan tergantung dari kesanggupan plant mampu atau tidak menerima kandungan dari batubara tersebut. Maka dari itu proses pancampuran batubara dilakukan agar hasil yang didapat bisa mendapatkan hasil yang maksimal.

Selain menetapkan nilai kalori pada berbagai campuran batubara dengan Kalorimeter Bom PARR 6200, dilakukan juga penelitian mengenai hubungan kadar air dengan nilai kalori pada batubara, dan didapatkan grafik seperti pada Gambar 5.



Gambar 1. Nilai kalor campuran batubara A dan B



Gambar 2. Kadar air campuran batubara A dan B

Gambar 5 dan 6 menunjukkan bahwa semakin rendah kadar air (RM), maka nilai kalori (CV) semakin tinggi. Hal ini terjadi karena pada saat batubara disemprotkan kedalam kiln kandungan air yang ada didalam batubara tersebut menguap untuk mendapatkan kalor dari batubara itu sendiri, sehingga kalor yang dihasilkan menjadi rendah ataupun sebaliknya. Perbandingan perhitungan dengan teori dilakukan untuk memastikan analisis yang sudah dilakukan benar. Kadar air antara teori dan praktik terjadi perbedaan disebabkan batubara pada kondisi halus sangat peka terhadap kelembaban lingkungan, sehingga batubara sangat cepat menyerap air dan melepas air. Oleh karena itu, untuk memastikan analisis yang dilakukan sesuai dengan nilai sebenarnya, maka perlu dilakukan uji monitoring setiap harinya dengan sampel standar batubara. Penyimpanan sampel batubara juga harus diperhatikan karena batubara bersifat higroskopis dan mudah menyerap air dari udara sekitar. Perhitungan dan praktik kita anggap benar dan batubara dianggap sama ketika dihitung dalam kondisi bebas air nilai kalor yang didapat sama ( $< 46$  cal/g nilai repeatability untuk satu lab ASTM D 5685).

## KESIMPULAN

Campuran batubara A dan B dengan perbandingan 80:20, 70:30, 60:40, dan 50:50 bisa digunakan untuk pembakaran dalam pembuatan semen di tanur bakar karena memiliki nilai kalori diatas 6000 sesuai dengan standar perusahaan pabrik semen. Kadar air mempengaruhi nilai kalori batubara, yaitu semakin tinggi kadar air semakin rendah nilai kalor.

## DAFTAR PUSTAKA

- American Standard Test Method. 2011. *America Standard D3173-11 Moisture In The Analysis Sampel Of Coal And Coke*. ASTM. America.
- Benitez, J. 1993. *Process Engineering and Design for Air Pollution Control*. Prentice-Hall Inc., New Jersey.
- Billah, M. 2010. *Kemampuan Batubara dalam Menurunkan Kadar Logam  $\text{Cr}^{2+}$  dan  $\text{Fe}^{2+}$  dalam Limbah Industri Baja*. Tekhnk Kimia FTI-UPNV. Jawa Timur.
- Day, R. A. Jr. dan A. L. Underwood. 1998. *Analisa Kimia Kuantitatif Edisi Keenam*. Erlangga. Jakarta.
- Direktorat Inventaris Sumber Daya Mineral. 2003. *Pengembangan Basis Data*.

*Sumber Daya Mineral Dan Batubara Indonesia.*

- Hadi A, Nugroho W, Z Diana F. 2010. *Analisis Pengaruh Nilai Kalori Dan Heat Rate (Laju Kalor) Batubara Terhadap Efisiensi Termal Pltu-Embalut 2x25 Mw Pt Cahaya Fajar Kaltim*. Universitas Mulawarman. Kalimantan Timur.
- Harjadi W. 1986. *Ilmu Kimia Analitik Dasar*. PT Gramedia. Jakarta.
- Hendrik, R. 2010. *Batubara dan Tambang Batubara*.  
<http://bei5000.com/2011/10/15/batubara-dan-tambang-batu-bara/>
- Indocement. 2018. *Profil Perusahaan*.  
<http://www.indocement.co.id>
- Indocement. 2018. *Seputar semen*.  
<http://www.cement.org/basics/cementindustry.asp>
- Lutfy, A. B, Genta, A., M. Rachmimoellah, dan Romanus, K. T. Nenu. 2013. *Pengeringan Low Rank Coal dengan Menggunakan Metode Pemanasan tanpa Kehadiran Oksigen*. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Miller, B. G. 2005. *Coal Energy System*. Elsevier. United States Of America.
- Mustasim, B. 2007. *Peningkatan nilai kalor batubara peringkat rendah dengan menggunakan minyak tanah dan minyak residu*, Surabaya.
- Rendy et al, 2014. *Analisis Batubara dalam Penentuan Kualitas Batubara untuk Pembakaran bahan baku semen Di PT. Indocement Tunggal Prakarsa, Tbk, Bandung*
- Speight, J. G. 2005. *Handbook of Coal Analysis*. John Wil and Sons, Inc. New Jersey.
- Stach, E., Duncan Murchison, G. H. Taylor, F. Zierke. 1982. *Stach's Textbook of Coal Petrology*, Gebruder Borntraeger, Berlin.
- Sukandarumidi .2006. *Batubara Dan Pemanfaatannya*. UGM Press. Jogjakarta.
- Syarief, R. dan H. Halid. 1993. *Teknologi Penyimpanan Pangan*. Arcan. Jakarta
- Widagdo, S. 2004. *Batu bara : Dilema antara Energi Strategis Nasional atau Komoditi*. <http://turing.freelist.org/archives/geologiugm/01-2005/msg00133html>.
- World Coal Institutte. 2011. *The Coal Resource A Comprehensive Overview Of Coal*. Cambridge House. London
- Yakub, A. 2006. *Pengambilan, Preparasi Dan Pengujian Contoh Batubara*. Laboratorium Batubara. Bandung.
- Yuliah Y, Suryaningsih S, Ulfi K. 2010. *Penentuan Kadar Air Hilang Dan Volatile Matter Pada Bio-Briket Dari Campuran Arang Sekam Padi Dan Batok Kelapa*. Universitas Padjajaran. Bandung.
- Yunita, P. 2000. *Pembuatan Briket Dari Batubara Kualitas Rendah Dengan Proses Non Karbonisasi Dengan Menambahkan MgO dan MgCl<sub>2</sub>, UPN"Veteran" Jawa Timur*